

Cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT*



© BSN 2008

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Ketentuan dan persyaratan.....	2
4.1 Peralatan.....	2
4.2 Bahan	3
4.3 Pengujian	3
4.3.1 Pengujian penetrasi dengan <i>SPT</i>	3
4.3.2 Kalibrasi	3
4.3.3 Petugas.....	3
4.3.4 Penanggung jawab pengujian	3
5 Cara pengujian.....	3
5.1 Persiapan pengujian.....	3
5.2 Prosedur pengujian.....	4
5.3 Koreksi hasil uji <i>SPT</i>	5
6 Laporan uji.....	8
Lampiran A : Bagan alir metode uji penetrasi lapangan dengan <i>SPT</i> (normatif)	9
Lampiran B : Contoh formulir uji penetrasi lapangan dengan <i>SPT</i> (informatif)	11
Lampiran C : Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya (informatif)	13
Bibliografi	14

Prakata

Standar tentang 'Cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT*' merupakan revisi dari SNI 03-4153-1996), Metode Pengujian Penetrasi Dengan Alat *SPT*, yang mengacu pada *ASTM D 1586-84 "Standard penetration test and split barrel sampling of soils"* dengan perubahan pada judul, penambahan acuan normatif, penambahan istilah dan definisi, penambahan dan revisi beberapa materi mengenai persyaratan dan ketentuan serta cara pengujian, penjelasan rumus, pembuatan bagan alir, perbaikan gambar dan pembuatan contoh formulir.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Panitia Teknisk Bidang Sumber Daya Air.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional 08:2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 16 November 2006 di Bandung dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Dalam desain struktur tanah fondasi sering dilakukan analisis stabilitas dan perhitungan desain fondasi suatu bangunan dengan menggunakan parameter tanah baik tegangan total maupun tegangan efektif, dan identifikasi tanah. Dalam melakukan uji penetrasi lapangan dengan *SPT* ini digunakan metode pengujian penetrasi dengan *SPT* (SNI 03-4153-1996) yang dapat berlaku untuk tanah. Peralatan uji penetrasi ini antara lain terdiri atas peralatan penetrasi dengan *SPT*, bahan penunjang uji, dan perlengkapan lainnya. Mengingat diperlukannya parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan untuk keperluan identifikasi perlapisan tanah yang merupakan bagian dari desain fondasi suatu bangunan, perlu disusun revisi standar berjudul "**Cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT***".

Cara uji ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan dalam uji penetrasi dengan *SPT* di lapangan pada benda uji tanah. Tujuannya adalah untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan dengan *SPT*, yang dapat dipergunakan untuk identifikasi perlapisan tanah yang merupakan bagian dari desain fondasi.

Standar ini diharapkan bermanfaat bagi para laboran atau tenaga teknis yang berhubungan dengan penyelidikan geoteknik, para pendesain bangunan dan pihak-pihak terkait lainnya.





Cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT*

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT*, untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan dengan *SPT*. Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus, yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi per lapisan tanah yang merupakan bagian dari desain fondasi.

Standar ini menguraikan tentang prinsip-prinsip cara uji penetrasi lapangan dengan *SPT* meliputi: sistem peralatan uji penetrasi di lapangan yang terdiri atas peralatan penetrasi konus dengan *SPT* dan perlengkapan lainnya; persyaratan peralatan dan pengujian; cara uji; laporan uji; dan contoh uji. Cara uji ini berlaku untuk jenis tanah pada umumnya.

2 Acuan normatif

SNI 03-2436, *Metode pencatatan dan interpretasi hasil pemboran inti*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan standar ini adalah sebagai berikut.

3.1

jumlah tumbukan atau pukulan

banyaknya pukulan palu setinggi 76 cm pada setiap penetrasi 15 cm.

3.2

konus

ujung alat penetrasi yang berbentuk kerucut (terbuka dan tertutup) untuk menahan perlawanan tanah.

3.3

palu

besi atau baja masif berbentuk silinder dan di tengahnya berlubang lebih besar sedikit daripada diameter pipa bor.

3.4

split barrel sampler

alat berupa tabung yang dibelah dua dan ke dua ujungnya dipegang dengan mur dan dipasang pada ujung pipa bor pada waktu pelaksanaan pengujian *SPT* (lihat Gambar 1).

3.5

Standard Penetration Test (SPT)

suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Uji *SPT* terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap ke-dua dan ke-tiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan *N* atau perlawanan *SPT* (dinyatakan dalam pukulan/0,3 m).

3.6

tinggi jatuh

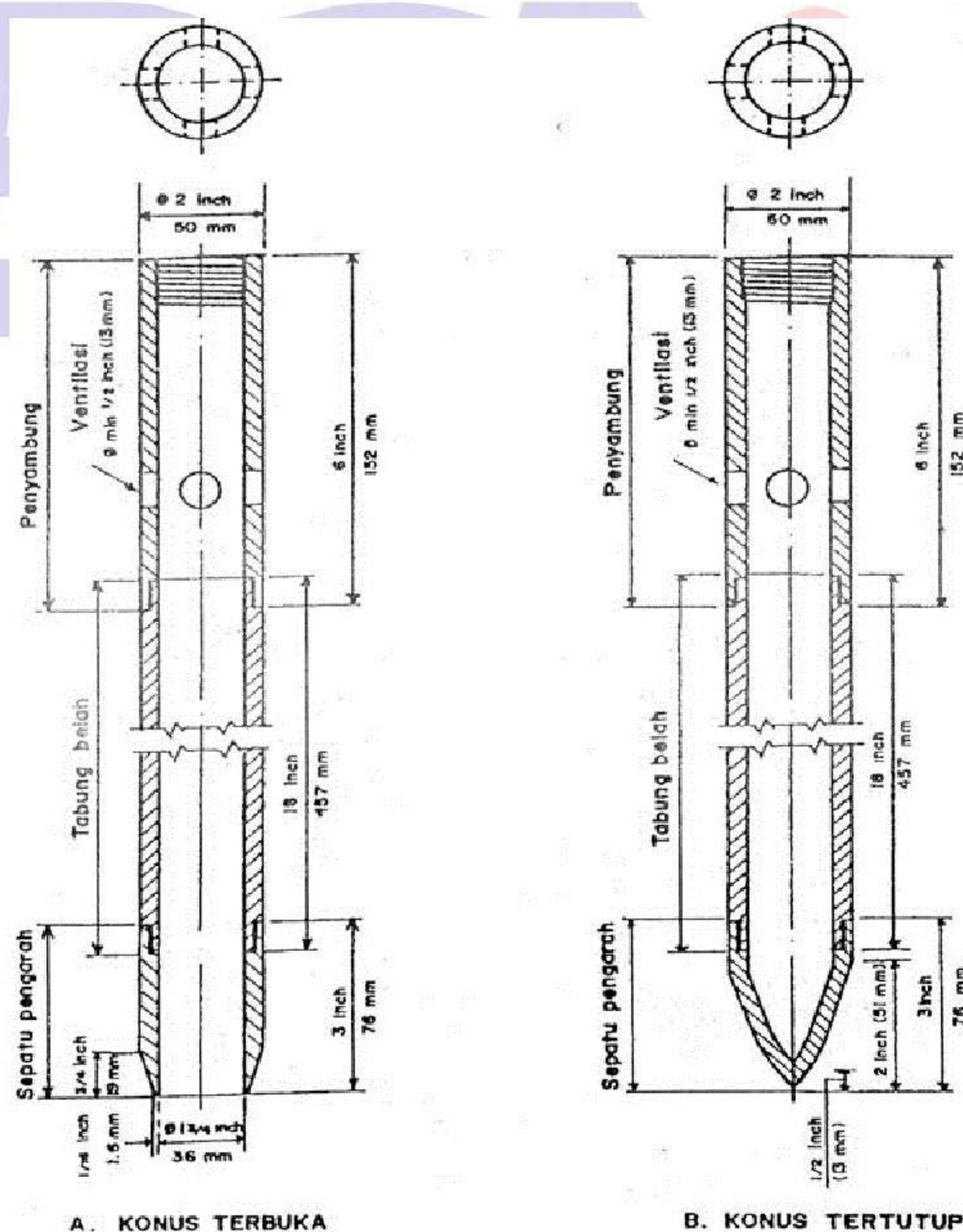
jarak yang dihitung dari penahan setinggi kira-kira 75 cm dari tempat palu dijatuhkan.

4 Ketentuan dan persyaratan

4.1 Peralatan

Peralatan yang diperlukan dalam uji penetrasi dengan *SPT* adalah sebagai berikut:

- Mesin bor yang dilengkapi dengan peralatannya;
- Mesin pompa yang dilengkapi dengan peralatannya;
- Split barrel sampler* yang dilengkapi dengan dimensi seperti diperlihatkan pada Gambar 1 (ASTM D 1586-84);
- Palu dengan berat 63,5 kg dengan toleransi meleset $\pm 1\%$.
- Alat penahan (*tripod*);
- Rol meter;
- Alat penyipat datar;
- Kerekan;
- Kunci-kunci pipa;
- Tali yang cukup kuat untuk menarik palu;
- Perlengkapan lain.



Gambar 1 Alat pengambilan contoh tabung belah

4.2 Bahan dan perlengkapan

Bahan penunjang pengujian yang dipergunakan adalah:

- a) bahan bakar (bensin, solar);
- b) bahan pelumas;
- c) balok dan papan;
- d) tali atau selang;
- e) kawat;
- f) kantong plastik;
- g) formulir untuk pengujian;
- h) perlengkapan lain.

4.3 Pengujian

4.3.1 Pengujian penetrasi dengan *SPT*

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian penetrasi dengan *SPT* adalah:

- a) Peralatan harus lengkap dan laik pakai;
- b) Pengujian dilakukan dalam lubang bor;
- c) Interval pengujian dilakukan pada kedalaman antara 1,50 m s.d 2,00 m (untuk lapisan tanah tidak seragam) dan pada kedalaman 4,00 m kalau lapisan seragam;
- d) Pada tanah berbutir halus, digunakan ujung *split barrel* berbentuk konus terbuka (*open cone*); dan pada lapisan pasir dan kerikil, digunakan ujung *split barrel* berbentuk konus tertutup (*close cone*);
- e) Contoh tanah tidak asli diambil dari *split barrel sampler*;
- f) Sebelum pengujian dilakukan, dasar lubang bor harus dibersihkan terlebih dahulu;
- g) Jika ada air tanah, harus dicatat;
- h) Pipa untuk jalur palu harus berdiri tegak lurus untuk menghindari terjadinya gesekan antara palu dengan pipa;
- i) Formulir-formulir isian hasil pengujian.

4.3.2 Kalibrasi

Semua alat ukur harus dikalibrasi minimum 1 kali dalam 3 tahun dan pada saat diperlukan, sesuai dengan persyaratan kalibrasi yang berlaku.

4.3.3 Petugas

Petugas pengujian ini adalah laboran atau teknisi yang memenuhi persyaratan kompetensi yang berlaku dalam pengujian penetrasi lapangan dengan *SPT*, dan diawasi oleh tenaga ahli geoteknik.

4.3.4 Penanggung jawab pengujian

Nama dan tanda tangan penanggung jawab pekerjaan harus ditulis dengan jelas pada formulir kerja. Nama petugas, nama pengawas dan nama penyelia pengujian ini harus ditulis dan disertai tanda tangan serta tanggal yang jelas.

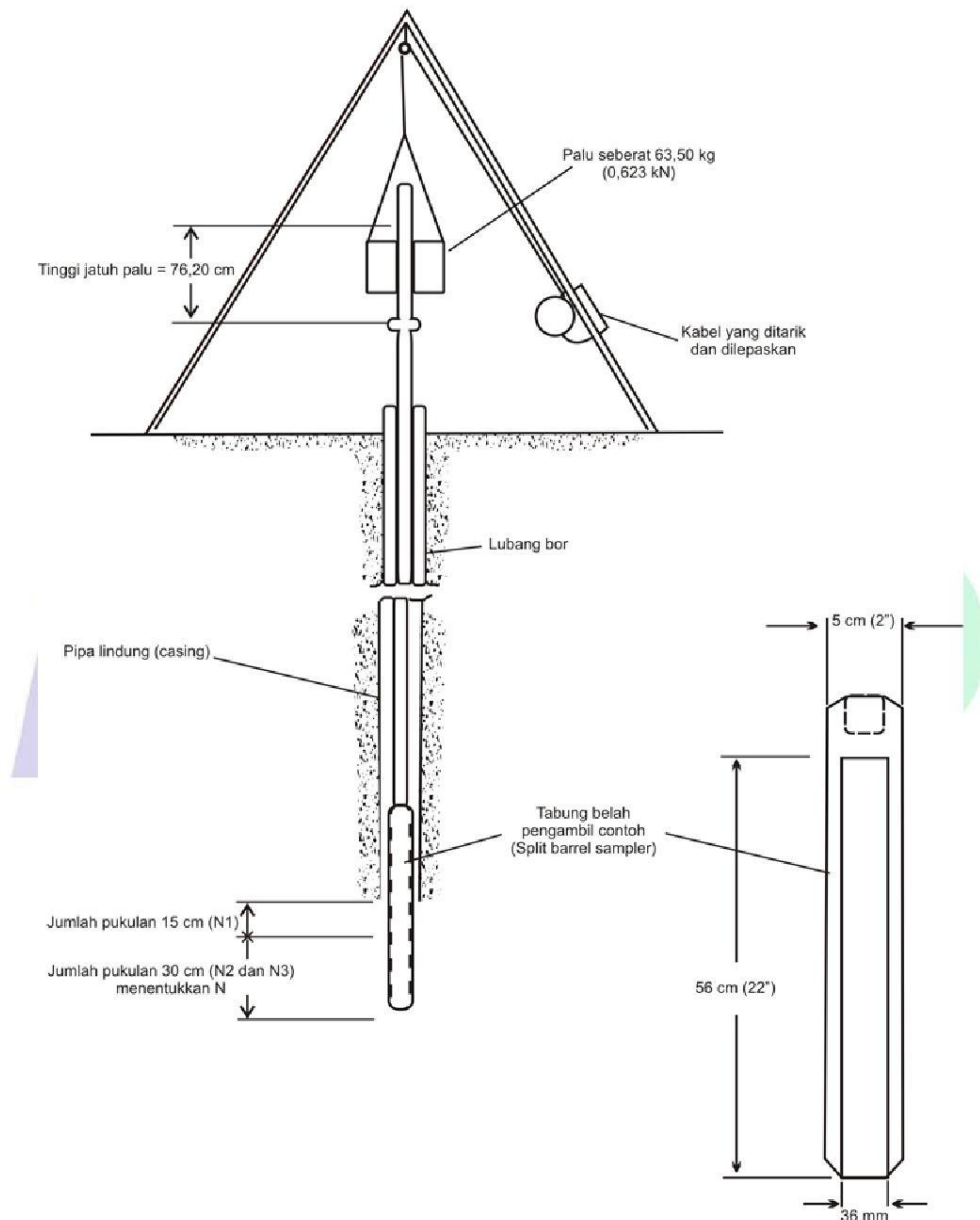
5 Cara pengujian

5.1 Persiapan pengujian

Lakukan persiapan pengujian *SPT* di lapangan dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 2):

- 1) Pasang blok penahan (*knocking block*) pada pipa bor;
- 2) Beri tanda pada ketinggian sekitar 75 cm pada pipa bor yang berada di atas penahan;
- 3) Bersihkan lubang bor pada kedalaman yang akan dilakukan pengujian dari bekas-bekas pengeboran;

- 4) Pasang *split barrel sampler* pada pipa bor, dan pada ujung lainnya disambungkan dengan pipa bor yang telah dipasang blok penahan;
- 5) Masukkan peralatan uji *SPT* ke dalam dasar lubang bor atau sampai kedalaman pengujian yang diinginkan;
- 6) Beri tanda pada batang bor mulai dari muka tanah sampai ketinggian 15 cm, 30 cm dan 45 cm.



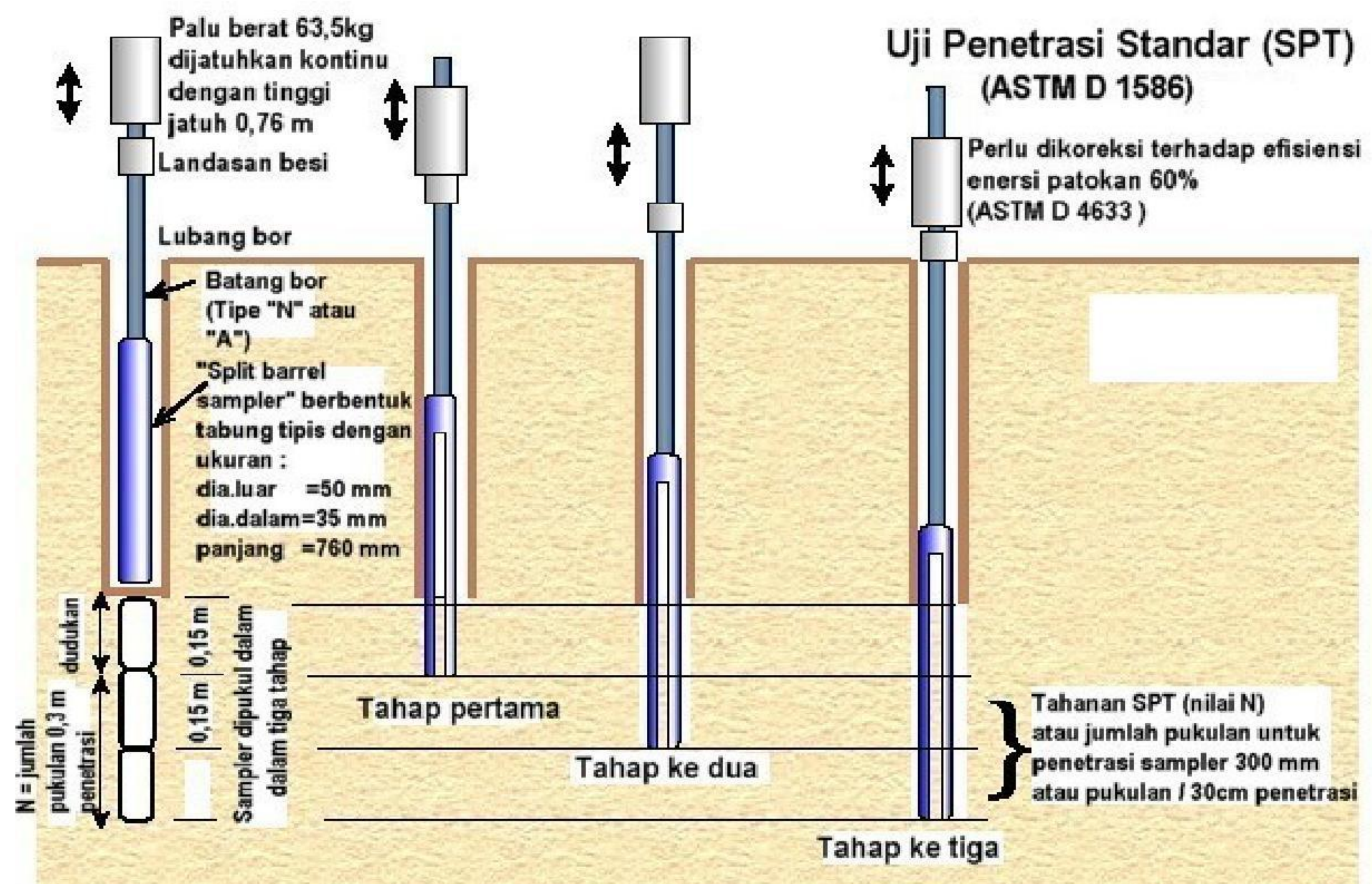
Gambar 2 Penetrasi dengan SPT

5.2 Prosedur pengujian

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Lakukan pengujian pada setiap perubahan lapisan tanah atau pada interval sekitar 1,50 m s.d 2,00 m atau sesuai keperluan;
- b) Tarik tali pengikat palu (*hammer*) sampai pada tanda yang telah dibuat sebelumnya (kira-kira 75 cm);
- c) Lepaskan tali sehingga palu jatuh bebas menimpa penahan (Gambar 3);

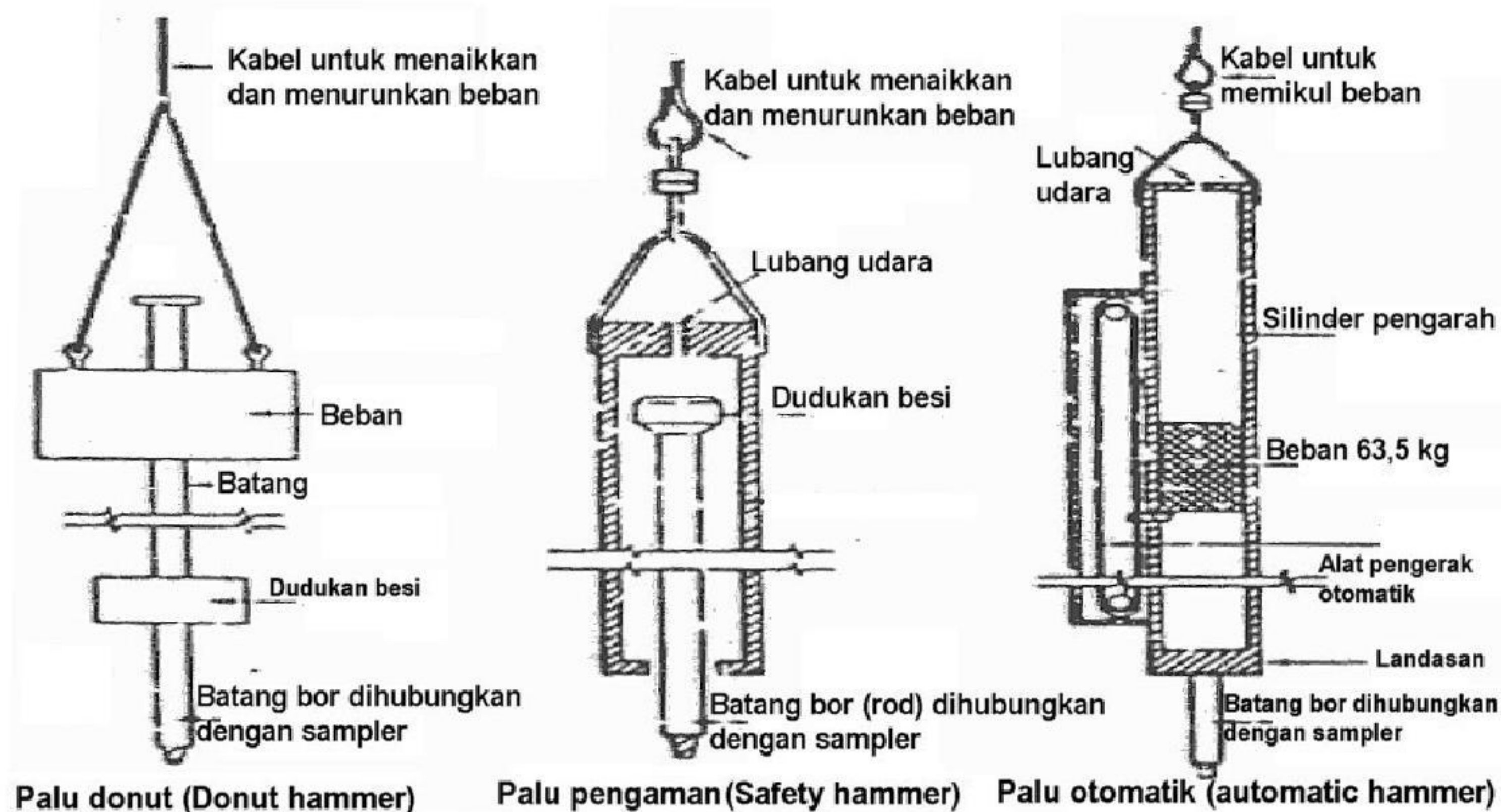
- d) Ulangi 2) dan 3) berkali-kali sampai mencapai penetrasi 15 cm;
- e) Hitung jumlah pukulan atau tumbukan N pada penetrasi 15 cm yang pertama;
- f) Ulangi 2), 3), 4) dan 5) sampai pada penetrasi 15 cm yang ke-dua dan ke-tiga;
- g) Catat jumlah pukulan N pada setiap penetrasi 15 cm:
 15 cm pertama dicatat N_1 ;
 15 cm ke-dua dicatat N_2 ;
 15 cm ke-tiga dicatat N_3 ;
 Jumlah pukulan yang dihitung adalah $N_2 + N_3$. Nilai N_1 tidak diperhitungkan karena masih kotor bekas pengeboran;
- h) Bila nilai N lebih besar daripada 50 pukulan, hentikan pengujian dan tambah pengujian sampai minimum 6 meter;
- i) Catat jumlah pukulan pada setiap penetrasi 5 cm untuk jenis tanah batuan.



Gambar 3 Skema urutan uji penetrasi standar (SPT)

5.3 Koreksi hasil uji SPT

Dalam pelaksanaan uji SPT di berbagai negara, digunakan tiga jenis palu (*donut hammer*, *safety hammer*, dan otomatis, periksa Gambar 4) dan empat jenis batang bor (N, NW, A, dan AW), lihat *Pedoman penyelidikan geoteknik untuk fondasi bangunan air*, Vol.1 (Pd.T-03.1-2005-A). Ternyata uji ini sangat bergantung pada alat yang digunakan dan operator pelaksana uji. Faktor yang terpenting adalah efisiensi tenaga dari sistem yang digunakan. Secara teoritis tenaga sistem jatuh bebas dengan massa dan tinggi jatuh tertentu adalah 48 kg-m (350 ft-lb), tetapi besar tenaga sebenarnya lebih kecil karena pengaruh friksi dan eksentrisitas beban. Adapun koreksi hasil uji SPT adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Contoh palu yang biasa digunakan dalam uji SPT

- a) Menurut ASTM D-4633 setiap alat uji SPT yang digunakan harus dikalibrasi tingkat efisiensi tenaganya dengan menggunakan alat ukur *strain gauges* dan aselerometer, untuk memperoleh standar efisiensi tenaga yang lebih teliti. Di dalam praktek, efisiensi tenaga sistem balok derek dengan palu donat (*donut hammer*) dan palu pengaman (*safety hammer*) berkisar antara 35% sampai 85%, sementara efisiensi tenaga palu otomatis (*automatic hammer*) berkisar antara 80% sampai 100%. Jika efisiensi yang diukur (E_f) diperoleh dari kalibrasi alat, nilai N terukur harus dikoreksi terhadap efisiensi sebesar 60%, dan dinyatakan dalam rumus

$$N_{60} = (E_f / 60) N_M \quad \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

- N_{60} : efisiensi 60% ;
- E_f : efisiensi yang terukur ;
- N_M : nilai N terukur yang harus dikoreksi.

Nilai N terukur harus dikoreksi pada N_{60} untuk semua jenis tanah. Besaran koreksi pengaruh efisiensi tenaga biasanya bergantung pada *lining* tabung, panjang batang, dan diameter lubang bor (*Skempton* (1986) dan *Kulhawy & Mayne* (1990)). Oleh karena itu, untuk mendapatkan koreksi yang lebih teliti dan memadai terhadap N_{60} , harus dilakukan uji tenaga E_f .

- b) Efisiensi dapat diperoleh dengan membandingkan pekerjaan yang telah dilakukan :

$W = F \times d$ = gaya x alihan ;
 tenaga kinetik ($KE = \frac{1}{2} mv^2$)
 tenaga potensial : $PE = mgh$;

dengan :

- m : massa (g) ;
- v : kecepatan tumbukan (m/s);
- g : konstanta gravitasi ($= 9,8 \text{ m/s}^2 = 32,2 \text{ ft/s}^2$);
- h : tinggi jatuh (m).

Jadi rasio tenaga (ER) ditentukan sebagai rasio $ER = W/PE$ atau $ER = KE/PE$. Semua korelasi empirik yang menggunakan nilai N_{SPT} untuk keperluan interpretasi karakteristik tanah, didasarkan pada rasio tenaga rata-rata $ER \sim 60\%$.

- c) Dalam beberapa hubungan korelatif, nilai tenaga terkoreksi N_{60} yang dinormalisasi terhadap pengaruh tegangan efektif vertikal (*overburden*), dinyatakan dengan $(N_1)_{60}$, seperti dijelaskan dalam persamaan (2), (3) dan Tabel 1. Nilai $(N_1)_{60}$ menggambarkan evaluasi pasir murni untuk interpretasi kepadatan relatif, sudut geser, dan potensi likuifaksi.

$$(N_1)_{60} = N_M \times C_N \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$C_N = 2,2 / (1,2 + (\sigma'_{vo}/Pa)) \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

$(N_1)_{60}$: nilai *SPT* yang dikoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%;

N_M : hasil uji *SPT* di lapangan;

C_N : faktor koreksi terhadap tegangan vertikal efektif (nilainya $\leq 1,70$);

C_E : faktor koreksi terhadap rasio tenaga palu (Tabel 1);

C_B : faktor koreksi terhadap diameter bor (Tabel 1);

C_R : faktor koreksi untuk panjang batang *SPT* (Tabel 1);

C_S : koreksi terhadap tabung contoh (*samplers*) dengan atau tanpa pelapis (*liner*) (Tabel 1);

σ'_{vo} : tegangan vertikal efektif (kPa);

Pa : 100 kPa.

Tabel 1 Koreksi-koreksi yang digunakan dalam uji *SPT*
(Youd, T.L. & Idriss, I.M., 2001)

Faktor	Jenis Alat	Parameter	Koreksi
Tegangan vertikal efektif		C_N	$2,2 / (1,2 + (\sigma'_{vo}/Pa))$
Tegangan vertikal efektif		C_N	$C_N \leq 1,7$
Rasio tenaga	Palu donat (<i>Donut hammer</i>)	C_E	0,5 s.d 1,0
Rasio tenaga	Palu pengaman (<i>Safety hammer</i>)	C_E	0,7 s.d 1,2
Rasio tenaga	Palu otomatis (<i>Automatic-trip Donut-type hammer</i>)	C_E	0,8 s.d 1,3
Diameter bor	65 s.d 115 mm	C_B	1,0
Diameter bor	150 mm	C_B	1,05
Diameter bor	200 mm	C_B	1,15
Panjang batang	< 3 m	C_R	0,75
Panjang batang	3 s.d 4 m	C_R	0,8
Panjang batang	4 s.d 6 m	C_R	0,85
Panjang batang	6 s.d 10 m	C_R	0,95
Panjang batang	10 s.d 30 m	C_R	1,0
Pengambilan contoh	tabung standar	C_S	1,0
Pengambilan contoh	tabung dengan pelapis (<i>liner</i>)	C_S	1,1 s.d 1,3

6 Laporan uji

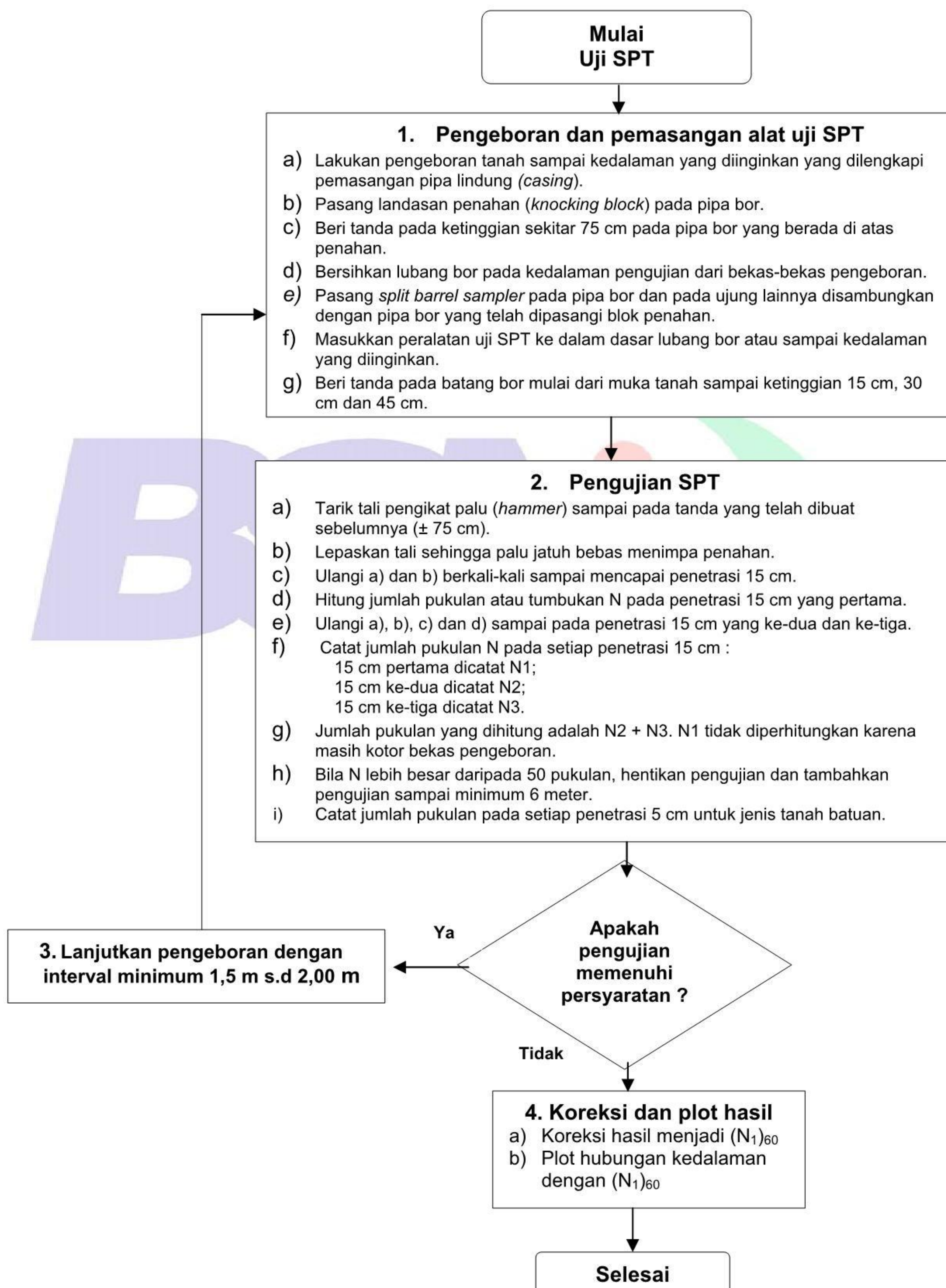
Hasil uji penetrasi lapangan dengan *SPT* dilaporkan menjadi satu dengan log bor dari hasil pengeboran dalam bentuk formulir seperti diperlihatkan dalam Lampiran B, yang antara lain memuat hal-hal sebagai berikut:

- a) Nama pekerjaan dan lokasi pekerjaan, dan tanggal pengujian;
- b) Nama penguji, nama pengawas, dan nama penanggung jawab hasil uji dengan disertai tanda tangan (paraf) yang jelas;
- c) Nomor lubang bor, kedalaman pengeboran, muka air tanah elevasi titik bor dan hasil pengujian *SPT*;
- d) Tipe ujung *split barrel* yang digunakan, apakah berbentuk konus terbuka atau konus tertutup;
- e) Catatan setiap penyimpangan pada waktu pengujian.



Lampiran A (normatif)

Bagan alir cara uji penetrasi lapangan dengan SPT



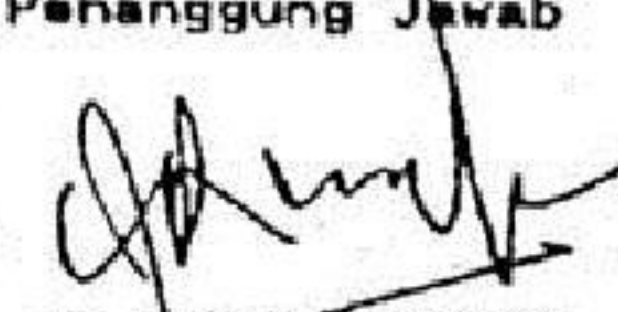
Lampiran B (informatif)

Contoh formulir uji penetrasi konus dengan SPT

B.1 Contoh penampang geologi lubang bor


STANDARD PENETRATION TEST (SPT)									
PROYEK : TRANSIT BBM LOKASI : AMUK - BALI LUBANG BOR NO. : 2 ELEVASI : -					MULAI DIKERJAKAN : MEI 1994 SELESAI : JULI 1994 DIKERJAKAN OLEH : SUKIMAN DIPERIKSA OLEH : IR WAYAN T. ARNAYA				
KEDALAMAN	MUKA AIR TANAH	SATUAN BATUAN	DESKRIPSI	JUMLAH PUKULAN				DIAGRAM SPT JUMLAH PUKULAN PER 30 CM PENETRASI	
				N1	N2	N3	N = N2 + N3		
1.	4	LANAU PASIRAN	Lanau pasiran halus, coklat, mudah diremes dengan tangan						
2.			3	3	2	5			
3.									
4.									
5.		13	30	19	49				
6.									
7.		PASIR	Pasir halus lanauan, abu-abu, terpilah baik, padat sampai sangat padat. Kadang-kadang dijumpai butiran dengan diameter 0,50-1,50 cm dengan fragmen batu gamping berangkal	14	35	37	> 50		
8.				19	10	13	23		
9.									
10.				5	8	10	18		
11.				1	2	4	6		
12.									
13.									
14.									
15.		LANAU PASIRAN	Lanau pasiran halus, coklat tua, sedang, beberapa bagian inti yang terambil ditemui belum lapuk	1	5	9	14		
16.	4			6	10	16			
17.									
18.	BREKSI	Korakal, abu-abu kecoklatan, lapuk kuat - sedang. Komponen terikat dengan komponen andest diameter 2-3 cm menyudut, tersementasi sangat buruk	6	15	40	> 50			
19.			15	40	45	> 50			
20.									
21.									
22.									
23.									
24.									
25.									
26.									
27.									
28.									
29.									
30.									

Penanggung Jawab



IR. WAYAN T. ARNAYA

Petaksana



A.S. EFFENDI

B.2 Contoh formulir hasil uji penetrasi konus dengan *SPT*

Proyek :	Mulai dikerjakan :
Lokasi :	Selesai :
Lubang bor no :	Dikerjakan oleh :
Elevasi :	Diperiksa oleh :

[illegible]

B.3 Contoh hasil uji penetrasi konus dengan SPT

Proyek	: Transit BBM	Mulai dikerjakan	: Mei 1994
Lokasi	: Amuk Bali	Selesai	: Jul 1994
Lubang bor no	: 2	Dikerjakan oleh	: Sukiman
Elevasi	: -	Diperiksa oleh	: Ir Wayan T. Arnaya

Dalam (m)	Jumlah pukulan (Uji SPT)				Koreksi pengaruh energi N_{60}							Diagram SPT Jumlah pukulan				
	N_1 (pukulan/ 15cm)	N_2 (pukulan/ 15cm)	N_3 (pukulan/ 15cm)	N_m (pukulan/ 30cm)	Brk Vol Total (kN/m ³)	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	N_{60} (pukulan/ 30cm)					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	10	20	30	40	50
1					17,50											
1,00	Air tanah				18,50											
2,00	3	3	2	5	18,50	1,51	0,8	1,0	0,75	1,0	5					
3,00																
4,00																
5,00	13	30	19	49	19,50	1,32	0,8	1,0	0,8	1,0	41					
6,00																
7,00	14	35	37	72	19,50	1,18	0,8	1,0	0,95	1,0	65					
8,00	19	10	13	23	19,00	1,10	0,8	1,0	0,95	1,0	19					
9,00																
10,00	5	8	10	18	19,00	1,01	0,8	1,0	0,95	1,0	14					
11,00																
12,00	1	2	4	6	18,50	0,95	0,8	1,0	1,0	1,0	5					
13,00																
14,00	1	5	9	14	18,50	0,88	0,8	1,0	1,0	1,0	10					
15,00																
16,00	4	6	10	16	18,50	0,83	0,8	1,0	1,0	1,0	11					
17,00																
18,00	6	15	40	55	19,50	0,78	0,8	1,0	1,0	1,0	34					
19,00																
20,00	15	40	50	85	19,50	0,73	0,8	1,0	1,0	1,0	50					
21,00																
22,00																
23,00																
24,00																
25,00																
26,00																
27,00																
28,00																
29,00																

Lampiran C
(informatif)

Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya

No.	Materi	Sebelum	Revisi
1	Judul	Metode pengujian penetrasi dengan alat <i>SPT</i>	Cara uji penetrasi lapangan dengan alat <i>SPT</i>
2	Format	Format SNI	Tetap
2	Acuan normatif	Ada	ASTM yang terkait dipindah ke Bibliografi.
3	Istilah dan definisi	Sudah ada	Perbaiki sedikit pada beberapa penjelasan, disusun menurut abjad.
4	- Penjelasan rumus dan gambar - Penjelasan cara kerja peralatan, bagan alir cara uji, dan contoh uji.	Sudah ada	Lengkapi penjelasan rumus dan gambar, serta cara kerja peralatan secara skematis.
5	Rumus	Sudah ada	Lengkapi rumus dengan gambar dan satuan serta perhitungannya.
6	Gambar	Gambar masih kurang jelas	Perbaiki, lengkapi dan perjelas gambar-gambar cara kerja alat, bagan alir cara kerja dan cantumkan sumbernya.
7	Contoh Formulir	Belum lengkap	Penambahan contoh uji/ perhitungan (Lampiran B).

Bibliografi

SNI 03-4148-1996, "*Metode pengujian penetrasi dengan SPT*"

ASTM D 1586-84, "*Standard penetration test and split barrel sampling of soils*"

ASTM D 1586-84 (1984), "*Standard method for penetration test and split barrel sampling of soils*".

ASTM G 57-78 (1978), "*Method for field measurement of soil resistivity using Wenner Four-Electrode method*".

Departemen Pekerjaan Umum, 2005, "*Pedoman penyelidikan geoteknik untuk fondasi bangunan air*", Vol.1: Penyusunan program penyelidikan, metode pengeboran dan deskripsi log bor (Pd.T 03.1- 2005-A), Vol.2: Pengujian lapangan dan laboratorium (Pd.T 03.2-2005-A), dan Vol.3: Interpretasi hasil uji dan penyusunan laporan penyelidikan geoteknik (Pd.T 03.3-2005-A), Kep.Men. Pekerjaan Umum No: 498/KPTS/M/2005, Jakarta, tgl. 22 Nov 2005.

FHWA NHI-01-031, "*Manual on subsurface investigation*".

Kulhawy, F.H., and Mayne, P.W. (1990), "*Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design*", Report EPRI-EL 6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto.

McGregor, J.A. and Duncan, J.M. (1998), "*Performance and Use of the Standard Penetration Test in Geotechnical Engineering Practice*", Report of a study performed by the Virginia Tech Center for Geotechnical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University , October, 1998.

Youd, T.L. and Idriss, I.M. (2001), "*Liquefaction Resistance of Soils : Summary Report from the 1996 NCEER Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soil*", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering , ASCE, April 2001, Vol. 127 No. 4, 297 – 313.

Skempton, A.W. (1986), "*SPT Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging, and Overconsolidation*", Geotechnique, Vol.36, No. 3, 425-447.









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id